

corr. US 5,480,934



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 16 200 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 43 16 200.2
㉑ Anmeldetag: 14. 5. 93
㉒ Offenlegungstag: 17. 11. 94

⑤ Int. Cl.⁵:
C 08 J 3/03
C 08 F 2/16
C 08 F 2/20
B 01 F 17/52
C 09 K 17/00
D 21 H 21/10
C 02 F 1/58
C 02 F 11/14
B 01 D 21/01
// C 08 F 220/34,
220/54, 220/80,
228/08, 228/02,
228/02, 212/14

DE 43 16 200 A 1

㉗ Anmelder:
Röhm GmbH, 84293 Darmstadt, DE

㉘ Erfinder:
Meßner, Bernfried, Dr., Greensboro, N.C., US; Carl,
Joachim, Dr., 84291 Darmstadt, DE; Schmitt, Günter,
Dr., 84291 Darmstadt, DE; Braum, Manfred, 55124
Mainz, DE; Quis, Peter, Dr., 84289 Darmstadt, DE

⑤ Verfahren zur Herstellung niedrigviskoser, wasserlöslicher Polymerdispersionen

⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung niedrigviskoser, wasserlöslicher Polymerdispersionen auf wässriger Basis, enthaltend ein Polymerisat A) aufgebaut aus wasserlöslichen Monomeren, hydrophoben Monomeren und gegebenenfalls amphiphilen Monomeren, das ein mittleres Molekulargewicht von mindestens 5×10^5 Dalton aufweist und enthaltend mindestens ein polymeres Dispergiemittel D), wobei in einer ersten Stufe das Polymerisat A) in wässriger Dispersion in Gegenwart mindestens eines polymeren Dispergiemittels D) hergestellt wird und danach in einer zweiten Stufe mindestens ein polymeres Dispergiemittel D) ebenfalls in wässriger Lösung zugefügt wird.

DE 43 16 200 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 94 408 046/383

15/38

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein zweistufiges Verfahren zur Herstellung niedrigviskoser, wasserlöslicher Polymerdispersionen enthaltend mindestens ein polymeres Dispergiemittel D) und ein Polymerisat A) bestehend aus a1) mindestens einem wasserlöslichen Monomeren, a2) mindestens einem hydrophoben Monomeren und gegebenenfalls a3) mindestens einem amphiphilen Monomeren.

Stand der Technik

Wäßrige Dispersionen wasserlöslicher Polymerisate werden beispielsweise als Flockungsmittel bei der Abwasserbehandlung, als Entwässerungsmittel nach Abtrennung der wäßrigen Phase, als Retentionsmittel bei der Papierherstellung, als Bodenverbesserungsmittel oder als Dispergiemittel eingesetzt.

EP 170 394 beschreibt eine mit Wasser mischbare Flüssigkeit, bestehend aus Partikeln, aufgebaut aus einem hochmolekularen Polymergel, das Teilchengrößen von über 20 µm aufweist, in wäßriger Lösung. Die kontinuierliche Phase ist hierbei eine wäßrige Lösung, enthaltend ein Äquilibrierungsmittel, das den Wassergehalt der Gelpartikel mit dem Wasseranteil in der kontinuierlichen Phase im Gleichgewicht hält und das somit eine Agglomeration der Gelpartikel verhindert. Als bevorzugte Äquilibrierungsmittel werden das Natriumsalz der Polyacrylsäure bzw. Polydiallyldimethylammoniumchlorid (Poly-DADMAC) verwendet.

In EP 183 466 wird ein Verfahren zur Herstellung einer wasserlöslichen Polymerdispersion beschrieben, gekennzeichnet durch Polymerisieren eines wasserlöslichen Monomeren unter Rühren in einer wäßrigen Lösung von wenigstens einem Salz in Gegenwart eines Dispergiemittels. Hierbei finden Polyole, Polyalkylenether, Alkalisalze der Polyacrylsäure und Alkalisalze der Poly-2-Acrylamido-2-methylpropan sulfonsäure als Dispergiemittel bzw. Salze, die in wäßriger Lösung das Polymerisat nicht solvatisieren, Verwendung. DE-PS 29 24 663 umfaßt ein Verfahren zur Herstellung einer wäßrigen Dispersion aus einer wasserlöslichen Polymermasse mit guter Stabilität und Fließfähigkeit, wobei das wasserlösliche Polymerisat wenigstens ein wasserlösliches ethylenisch ungesättigtes Monomeres enthält und wobei als Dispergiemittel Polyalkylenether, Polyethylenimin und andere, gegebenenfalls in Gegenwart von anorganischen Salzen, anwesend sein können. Die so hergestellte wäßrige Dispersion kann, gegebenenfalls nach Verdünnen mit Wasser, als Flockungshilfsmittel, Verdickungsmittel, Bodenkonditionierungsmittel und für weitere Anwendungen eingesetzt werden.

In JP Kokkai 59 108 074 werden Verdickungsmittel beschrieben, bestehend aus Polymerisaten in wäßriger Lösung, die als monomere Bestandteile (Meth)acrylsäure und/oder deren Salze, (Meth)acrylamide sowie Methyl- oder Ethylacrylat enthalten, mit Polyethylenglykol als Dispergiemittel.

Die deutsche Patentanmeldung P 42 16 167.3 beschreibt wäßrige Dispersionen wasserlöslicher Polymerisate gebildet durch Polymerisation eines Gemisches bestehend aus wasserlöslichen, hydrophoben und gegebenenfalls amphiphilen Monomeren in Gegenwart eines polymeren Dispergiemittels.

Aufgabe und Lösung

Die in EP 170 394 beschriebenen, Gelpartikel enthaltenden, wäßrigen Lösungen haben zum Nachteil, daß sie nach längeren Standzeiten stark erhöhte Viskositäten aufweisen, die nur durch die Anwendung von Schergeräten, wie beispielsweise Rühren, reduziert werden können. Die Flüssigkeitseigenschaften hängen hierbei von einem komplexen Gleichgewicht zwischen Polymerisat, Äquilibrierungsmittel, Wassergehalt und Teilchengröße der Gelpartikel ab.

In EP 183 466 werden wasserlösliche Polymerisate als Dispersionen in wäßrigen Salzlösungen unter Zuhilfenahme eines Dispergiemittels beansprucht. Nachteilig bei diesen Dispersionen ist der hohe Salzgehalt der wäßrigen Phase (bis zu 30 Gew.-%) im Vergleich zu einem relativ geringen Polymerisat (= Wirkstoff-)gehalt (bis zu 20 Gew.-%), der bei bestimmten Anwendungen solcher Dispersionen zu Abwasserproblemen führt.

Nachteilig für die Verwendung von wäßrigen Dispersionen gemäß DE-PS 29 24 663 wirken sich die hohen Anteile an Dispergiemittel bezogen auf das wasserlösliche Polymerisat aus. Verwendet man o.g. Dispersionen beispielsweise als Flockungsmittel für elektrisch geladene Teilchen, so wird der Wirkstoff an hochmolekularen ionischen Polymeren durch das im Vergleich hierzu niedermolekulare Dispergiemittel reduziert. Die nach JP Kokkai 59 108 075 hergestellten Polymerisate mit Verdickungswirkung besitzen mittlere Molekulargewichte M_w zwischen etwa 10^5 und 5×10^5 Dalton (Gewichtsmittel), die für die Verwendung als Flockungsmittel deutlich zu niedrig sind.

Die aus dem o.a. Stand der Technik resultierende Aufgabe, wäßrige Dispersionen wasserlöslicher Polymerisate zur Verfügung zu stellen, die eine niedrige Viskosität, einen hohen Gehalt an Polymerisat-Wirkstoff, ein hohes Polymerisat-Molekulargewicht und eine Salz-freie Wasserphase aufweisen, wird von den erfindungsgemäßen Polymerisaten in wäßriger Dispersion nach P 42 16 167.3 gelöst.

Dennoch bestand weiterhin die Aufgabe, im Parameterfeld Viskosität der wäßrigen Dispersion, hoher Gehalt an Polymerisat-Wirkstoff und hohes Polymerisat-Molekulargewicht nach besseren Lösungen zu suchen. Überraschenderweise wurde gefunden, daß durch das im folgenden beschriebene zweistufige Polymerisationsverfahren die in P 42 16 167.3 realisierten niedrigen Viskositäten bzw. hohen Gehalte an Polymerisat-Wirkstoff mit hohem Molekulargewicht noch weiter reduziert (Viskosität) bzw. erhöht (Wirkstoffgehalt und Molekulargewicht) werden können. Hierbei wird in der ersten Stufe das Polymerisat A) durch Polymerisation verschiedener Monomerbestandteile a1), a2) und gegebenenfalls a3) in Gegenwart eines polymeren Dispergiemittels herge-

stellt, wobei

- a1) für 99 bis 70 Gew.-% mindestens eines wasserlöslichen Monomeren
 a2) für 1 bis 30 Gew.-% mindestens eines hydrophoben Monomeren und
 a3) für 0 bis 20 Gew.-%, vorzugsweise 0,1 bis 15 Gew.-%, mindestens eines amphiphilen Monomeren stehen, 5

und die wasserlöslichen Polymerisate ein mittleres Molekulargewicht (Gewichtsmittel) von mindestens 10^6 Dalton aufweisen.

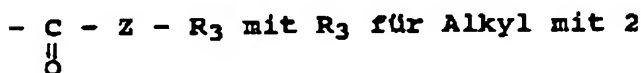
In der zweiten Stufe wird eine wäßrige Dispersion mindestens eines polymeren Dispergiermittels D) zugegeben. Als polymere Dispergiermittel D) werden bevorzugt mit dem dispergierten Polymerisat A) unverträgliche Polyelektrolyte mit mittleren Molekulargewichten (Gewichtsmittel) $M_w < 5 \times 10^5$ Dalton oder Polyalkylenether eingesetzt. 10

In bevorzugten Ausführungen der Erfindung weist mindestens eines der wasserlöslichen Monomeren a1) mindestens eine ionische Gruppe auf, ist das hydrophobe Monomere a2) eine Verbindung der Formel I: 15



wobei R_1 für Wasserstoff oder Methyl

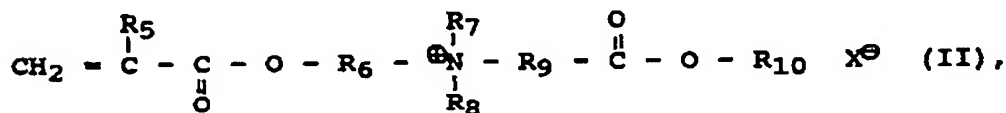
R_2 für Alkyl mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen, für Cycloalkyl mit 5 bis 12 Kohlenstoffatomen, für Aryl mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen, oder für 20



bis 8 Kohlenstoffatomen und Z für O, —NH oder —NR₃ stehen kann. 25

Unter Aryl sei insbesondere ggf. mit C1 bis C4-Alkylresten substituiertes Phenyl oder Naphthyl verstanden. 30

Das amphiphile Monomere a3) ist bevorzugt eine Verbindung der Formel II:



wobei R_5 für Wasserstoff oder Methyl

R_6 für Alkyl mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen,

R_7 und R_8 unabhängig voneinander für Alkyl mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen,

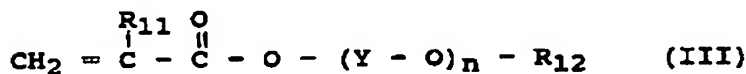
R_9 für Alkyl mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen

R_{10} für Alkyl mit 8 bis 32 Kohlenstoffatomen 35

sowie X für Halogen, Pseudohalogen, SO_4 , CH_3 , Acetat

stehen können; hierbei steht Pseudohalogen für —CN—, —OCN— und —SCN—Gruppen,

oder eine Verbindung der Formel III: 40



wobei R_{11} für Wasserstoff oder Methyl

R_{12} für Alkyl mit 8 bis 32 Kohlenstoffatomen,

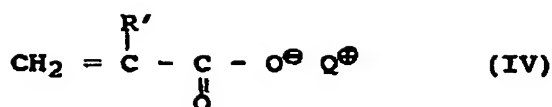
Y für Alkyl mit 2 bis 6 Kohlenstoffatomen und

n für eine ganze Zahl zwischen 1 und 50 stehen können. 45

Durchführung der Erfindung 50

Als Monomere a1) können beispielsweise Salze der Acryl-, und/oder der Methacrylsäure der allgemeinen Formel IV eingesetzt werden: 55

65

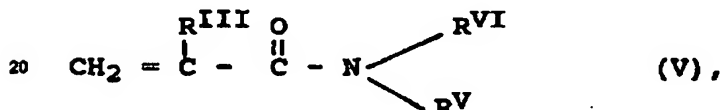


wobei R' für Wasserstoff oder Methyl und

Q[⊕] für Alkalimetallionen, wie beispielsweise Na[⊕] oder K[⊕], Ammoniumionen, wie beispielsweise NH₄[⊕],
 10 [⊕]NR''₂H₂, [⊕]NR''₃H oder [⊕]NR''₄ mit R'' = Alkyl mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder weitere einwertige, positive
 geladene Ionen
 stehen können.

Zu Monomeren a1) der Formel IV gehören beispielsweise Natrium(meth)acrylat, Kalium(meth)acrylat oder
 Ammonium(meth)acrylat.

Desweiteren können beispielsweise die Acryl- und/oder die Methacrylsäure selbst als Monomerkomponente
 15 a1), sowie Methacrylamide der Formel V verwendet werden:

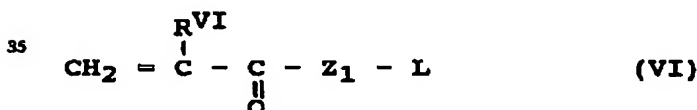


wobei R^{III} für Wasserstoff oder Methyl, sowie

25 R^{IV} und R^V unabhängig voneinander für Wasserstoff, für Alkyl mit 1 bis 5 Kohlenstoffatomen
 stehen können.

Als Monomere a1) der Formel V seien beispielhaft genannt: (Meth)acrylamid, N-Methyl(meth)acrylamid,
 N,N-Dimethyl(meth)acrylamid, N,N-Diethyl(meth)acrylamid, N-Methyl-N-ethyl(meth)acrylamid sowie N-Hy-
 droxyethyl(meth)acrylamid. Zur Herstellung der (Meth)acrylamide vergleiche beispielsweise Kirk-Othmer, En-
 cyclopedia of Chemical Technology, Vol. 15, Seiten 346 bis 276, 3rd. Ed., Wiley Interscience, 1981.

Weiterhin können als Monomerkomponente a1) Monomere der Formel VI eingesetzt werden:



40 wobei R^{VI} für Wasserstoff oder Methyl,
 L für die Gruppen



50 stehen und

Z₁ für O,NH oder NR₄

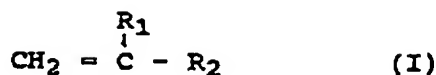
wobei L₁ und L₄ für einen Alkylrest oder Hydroxyalkylrest mit 2 bis 6

Kohlenstoffatomen, L₂, L₃, L₅, L₆ und L₇ für einen Alkylrest mit 1 bis 6

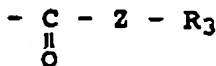
Kohlenstoffatomen, sowie Z für Halogen, Acetat, SO₄, CH₃ stehen können.

Beispielhaft für Monomere a1) der Formel VI seien genannt: 2-(N,N-Dimethylamino)ethyl(meth)acrylat,
 3-(N,N-Dimethylamino)propyl(meth)acrylat, 4-(N,N-Dimethylamino)butyl(meth)acrylat, 2-(N,N-Diethylami-
 no)ethyl(meth)acrylat, 2-Hydroxy-3-(N,N-Dimethylamino)propyl(meth)acrylat, 2-(N,N,N-Trimethylammoni-
 um)ethyl(meth)acrylat-chlorid, 3-(N,N,N-Trimethylammonium)propyl(meth)acrylat-chlorid oder 2-Hydroxyl-
 3-(N,N,N-Trimethylammonium)propyl(meth)acrylatchlorid bzw. die (Meth)acrylamide oder o.g. Verbindungen,
 60 wie beispielsweise 2-Dimethylaminoethyl(meth)acrylamid, 3-Dimethylaminopropyl(meth)acrylamid oder 3-Tri-
 methylammoniumpropyl(meth)acrylamid-chlorid. Als Monomerkomponente a1) können weiterhin ethylenisch
 ungesättigte Monomere, die zur Bildung von wasserlöslichen Polymeren befähigt sind, eingesetzt werden, wie
 beispielsweise Vinylpyridin, N-Vinylpyrrolidon, Styrolsulfonsäure, N-Vinylimidazol oder Diallyldimethylammo-
 niumchlorid. Dabei sind auch Kombinationen verschiedener, unter a1) angeführter wasserlöslicher Monomeren
 65 möglich. Zur Darstellung der (Meth)acrylammonium-Salze vgl. beispielsweise Kirk-Othmer, Encyclopedia of
 Chemical Technology, Vol. 15, Seiten 346 bis 376, 3rd. Ed., Wiley Interscience, 1987.

Hydrophobe Monomere a2) können beispielsweise Monomere der Formel I sein:



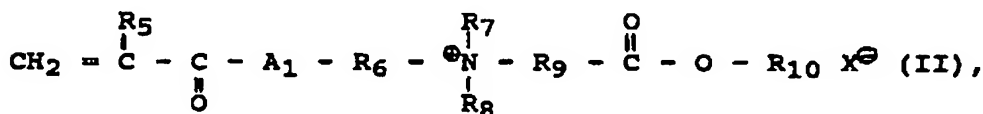
wobei R₁ für Wasserstoff oder Alkyl mit 1 bis 5 Kohlenstoffatomen und
R₂ für Alkyl mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen, für Cycloalkyl mit 5 bis 12 Kohlenstoffatomen, für Aryl mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen, oder für



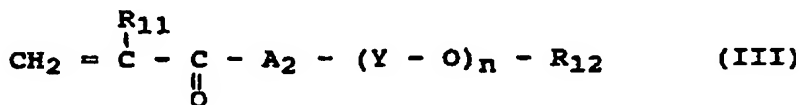
mit R₃ für Alkyl mit 2 bis 8 Kohlenstoffatomen, für Cycloalkyl mit 5 bis 12 Kohlenstoffatomen oder für Aryl mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen und Z für O oder NR₃ stehen können.

Beispielhaft seien hierfür genannt: Styrol, α-Methylstyrol, p-Methylstyrol, p-Vinyltoluol, Vinylcyclopentan, Vinylcyclohexan, Vinylcyclooctan, Isobuten, 2-Methylbuten-1, Hexen-1, 2-Methylhexen-1, 2-Propylhexen-1, Ethyl(meth)acrylat, Propyl(meth)acrylat, Isopropyl(meth)acrylat, Butyl(meth)acrylat, Isobutyl(meth)acrylat, Pentyl(meth)acrylat, Hexyl(meth)acrylat, Heptyl(meth)acrylat, Octyl(meth)acrylat, Cyclopentyl(meth)acrylat, Cyclohexyl(meth)acrylat, 3,3,5-Trimethylcyclohexyl(meth)acrylat, Cyclooctyl(meth)acrylat, Phenyl(meth)acrylat, 4-Methylphenyl(meth)acrylat, 4-Methoxyphenyl(meth)acrylat.

Desweiteren können als hydrophobe Monomere a2) eingesetzt werden: Ethylen, Vinylidenchlorid, Vinylidenfluorid, Vinylchlorid oder weitere überwiegend (ar)aliphatische Verbindungen mit polymerisierbaren Doppelbindungen. Dabei sind auch Kombinationen verschiedener, unter a2) angeführter hydrophober Monomeren möglich. Amphiphile Monomere a3) können beispielsweise monomere Verbindungen der Formeln II oder III sein:



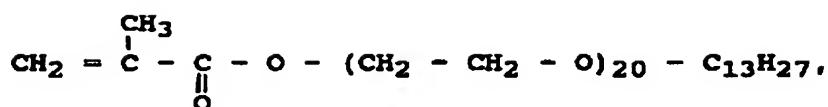
wobei A₁ für O, NH, NR₄ mit R₄ für Alkyl mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen,
R₅ für Wasserstoff oder Methyl,
R₆ für Alkyl mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen,
R₇ und R₈ unabhängig voneinander für Alkyl mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen,
R₉ für Alkyl mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen
R₁₀ für Alkyl, Aryl und/oder Aralkyl mit 8 bis 32 Kohlenstoffatomen und
X für Halogen, Pseudohalogen, SO₄ CH₃ oder Acetat
stehen können bzw.



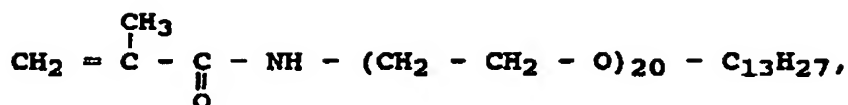
wobei A₂ für O, NH, NR₁₃ mit R₁₃ für Alkyl mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen
R₁₁ für Wasserstoff oder Methyl,
R₁₂ für Alkyl, Aryl und/oder Aralkyl mit 8 bis 32 Kohlenstoffatomen,
Y für Alkyl mit 2 bis 6 Kohlenstoffatomen
sowie n für eine ganze Zahl zwischen 1 und 50 stehen können.

Zur Herstellung der amphiphilen Monomeren der Formel II vergleiche beispielsweise Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 1, 3rd. Ed., Seiten 330 bis 354 (1978) und Vol. 15, Seiten 346 bis 376 (1981), Wiley Interscience.

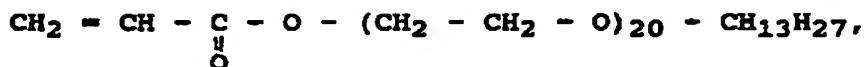
Beispielhaft seien hierfür genannt:



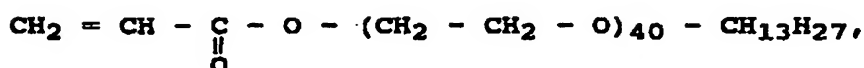
5



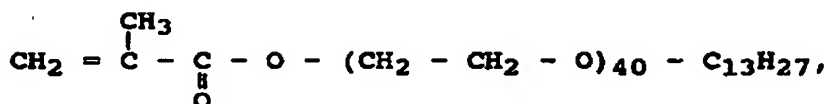
10



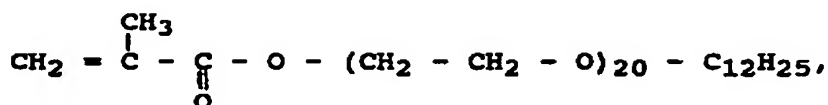
15



20

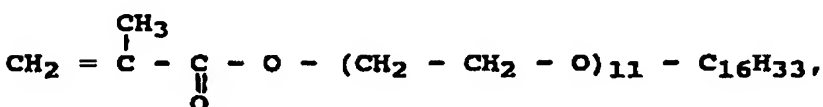


25

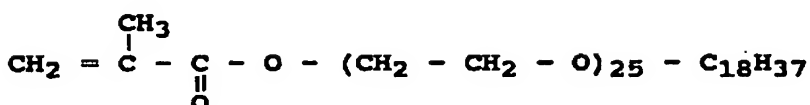


30

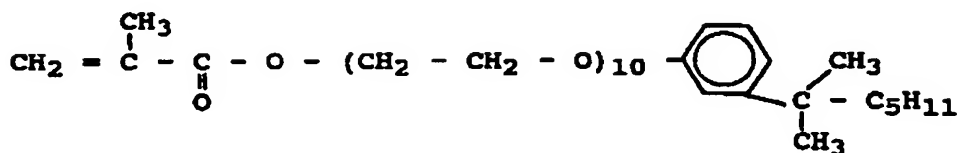
35



40



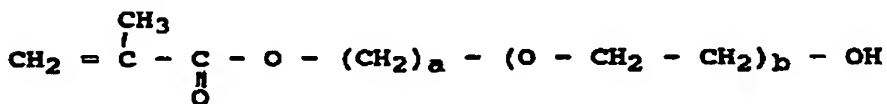
45



50

55

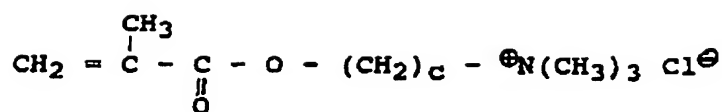
Desweiteren können als amphiphile Monomere a3) beispielsweise eingesetzt werden:



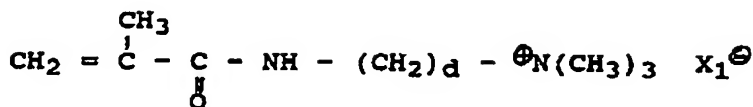
60

65

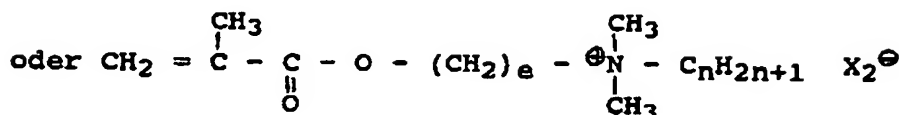
mit a = 6 bis 15 und b = 1 bis 50



mit $c = 6$ bis 18



mit $\text{X}_1^- = \text{Cl}^-$ oder SO_4CH_3^- und
 $d = 6$ bis 18



mit $e = 2$ bis 6 und $n = 6$ bis 18
 $\text{X}_2^- = \text{Cl}^-$ oder SO_4CH_3^-

Dabei sind auch Kombinationen verschiedener, unter a3) angeführter amphiphiler Monomeren möglich.

Das polymere Dispergiermittel D)

Das polymere Dispergiermittel unterscheidet sich signifikant in der chemischen Zusammensetzung und im mittleren Molekulargewicht M_w (Gewichtsmittel) von dem wasserlöslichen Polymerisat, bestehend aus dem Monomergemisch A), wobei das polymere Dispergiermittel D) mit dem wasserlöslichen Polymerisat unverträglich ist. Die mittleren Molekulargewichte M_w der polymeren Dispergiermittel liegen im Bereich zwischen 10^3 bis 5×10^3 Dalton, vorzugsweise zwischen 10^4 bis 4×10^3 Dalton (zur Bestimmung von M_w vgl. H.F. Mark et al., Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Vol. 10, Seiten 1 bis 19, J. Wiley, 1987).

Die polymeren Dispergiermittel D) enthalten wenigstens eine funktionelle Gruppe ausgewählt aus Ether-, Hydroxyl-, Carboxyl-, Sulfon-, Sulfatester-, Amino-, Amido-, Imino-, tert.-Amino- und/oder quaternären Ammoniumgruppen. Beispielfür die Polymerisate D) seien genannt: Cellulosederivate, Polyethylenglykol, Polypropylenglykol, Copolymerisate aus Ethylenglykol und Propylenglykol, Polyvinylacetat, Polyvinylalkohol, Stärke und Stärkederivate, Dextran, Polyvinylpyrrolidon, Polyvinylpyridin, Polyethylenimin, Polyvinylimidazol, Polyvinylsuccinimid, Polyvinyl-2-methylsuccinimid, Polyvinyl-1,3-oxazolidon-2, Polyvinyl-2-methylimidazolin, sowie Copolymerisate, die neben Kombinationen aus monomeren Bausteinen o.g. Polymerisate beispielsweise folgende Monomereinheiten enthalten können: Maleinsäure, Maleinsäureanhydrid, Fumarsäure, Itakonsäure, Itakonsäureanhydrid, (Meth)acrylsäure, Salze der (Meth)acrylsäure oder (Meth)acrylamid-Verbindungen. Bevorzugt werden als polymere Dispergiermittel D) Polyalkylenether wie beispielsweise Polyethylenglykol, Polypropylenglykol oder Polybutylen-1,4-ether eingesetzt. Zur Herstellung von Polyalkylenethern vergleiche beispielsweise Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd. Ed., Vol. 18, Seiten 616 bis 670, 1982, Wiley Interscience.

Besonders bevorzugt werden als polymere Dispergiermittel D) Polyelektrolyte verwendet, wie beispielsweise Polymerisate, enthaltend Monomerbausteine wie z. B. Salze der (Meth)acrylsäure als anionische Monomerbausteine oder mit Methylchlorid quaternierte Derivate von N,N-Dimethylaminoethyl(meth)acrylat, N,N-Dimethylaminopropyl(meth)acrylat oder N,N-Dimethylaminohydroxypropyl(meth)acrylat oder N,N-Dimethylaminopropyl(meth)acrylamid. Ganz besonders bevorzugt wird Poly(diallyldimethylammoniumchlorid) (Poly-DAD-MAC) mit einem mittleren Molekulargewicht M_w zwischen 5×10^4 und 4×10^5 Dalton als polymeres Dispergiermittel eingesetzt. Zur Herstellung von Polyelektrolyten vergleiche beispielsweise Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd. Ed., Vol. 18, Seiten 495 bis 530, 1982, Wiley Interscience.

Desweiteren können niedermolekulare Emulgatoren mit einem Molekulargewicht $< 10^3$ Dalton in Mengen von 0 bis 5 Gew.-% bezogen auf die Polymerdispersion eingesetzt werden.

Das zweistufige Herstellungsverfahren

1. Stufe

Herstellung und Eigenschaften des wasserlöslichen Polymerisats A) aus dem Monomergemisch a1), a2) und gegebenenfalls a3) in wäßriger Lösung.

Die Menge des Monomergemisches a1), a2) und ggfs. a3) bezogen auf 100 Gew.-Teile Wasser als Reaktionsmedium liegt zwischen 5 und 80 Gew.-%, vorzugsweise zwischen 10 und 50 Gew.-%. Werden die

Monomeren a1) und ggf. a3) als wäßrige Lösung eingesetzt, so wird der Wasseranteil dem Reaktionsmedium zugeschlagen. Die Menge des polymeren Dispergiemittels D) bezogen auf 100 Gew.-Teile Wasser als Reaktionsmedium liegt zwischen 1 und 50 Gew.-Teilen, bevorzugt zwischen 2 und 40 Gew.-Teilen und besonders bevorzugt zwischen 5 und 30 Gew.-Teilen. Zum Starten der Polymerisation werden beispielsweise radikalische
 5 Initiatoren (= Polymerisationsstarter) oder hochenergetische Strahlung, wie beispielsweise UV-Licht, verwendet. Bevorzugt werden als radikalische Initiatoren beispielsweise 2,2'-Azobisisobutyronitril, 2,2'-Azobis(2-amidopropan)dihydrochlorid, bevorzugt in Dimethylformamid gelöst, Kaliumpersulfat, Ammoniumpersulfat, Wasserstoffperoxid, gegebenenfalls in Kombination mit einem Reduktionsmittel wie beispielsweise einem Amin oder Natriumsulfit eingesetzt. Der Anteil an Initiator, bezogen auf das Monomergemisch a1), a2) und ggf. a3),
 10 liegt gewöhnlich zwischen 10^{-5} und 5 Gew.-%, vorzugsweise zwischen 10^{-4} und 1 Gew.-%, wobei der Initiator zu Beginn der Polymerisation vollständig oder teilweise mit nachfolgender Dosierung über den gesamten Polymerisationsverlauf zugegeben werden kann. Ebenso kann das Monomergemisch a1), a2) und ggf. a3) vollständig am Anfang der Polymerisation oder teilweise als Zulauf über den gesamten Polymerisationsverlauf zugegeben werden. Die Polymerisationstemperatur beträgt zwischen 0 und 100 Grad C, bevorzugt zwischen 40
 15 und 55 Grad C. Vorzugsweise wird unter Inertgas-Atmosphäre, beispielsweise unter Stickstoff-Atmosphäre polymerisiert. Der Endumsatz der Polymerisation liegt über 97 Gew.-% des Monomergemischs a1), a2) und ggf. a3), wofür im allgemeinen zwischen 1 und 8 Stunden Polymerisationsdauer erforderlich sind.

2. Stufe

20 Zugabe des polymeren Dispergiemittels D) zu der in der ersten Stufe hergestellten wäßrigen Dispersion des Polymerisats A)

Für den Mischvorgang können sowohl statische als auch dynamische Mischer verwendet werden. Während
 25 erstere durch Erzeugung von Turbulenz wirken, die in den Flüssigkeitsgemischen beim Durchströmen der Mischer entsteht, wird die Turbulenz bei den dynamischen Mixern aktiv erzeugt (vgl. hierzu beispielsweise Römpps Chemielexikon, 9. Aufl., Seite 2805, Georg Thieme, Stuttgart, New York, 1991).

Bevorzugt werden Rührer eingesetzt, wie beispielsweise Propeller-, Schrägblatt-, Scheiben-, Impeller-, Kreuzbalken-, Gitter-, Anker-, Schraubenspindel- oder Wendel-Rührer, wobei besonders bevorzugt Rührer verwendet
 30 werden, die beim Rührvorgang ein geringes Schergefälle erzeugen (vgl. hierzu z. B. Römpps Chemielexikon, 9. Aufl., Seiten 2939 bis 2940, Georg Thieme, Stuttgart, New York, 1992). Beim Mischvorgang wird vorzugsweise die in der ersten Stufe hergestellte wäßrige Dispersion des Polymerisats A) vorgelegt und danach das polymere Dispergiemittel D) unter Rühren schrittweise zugefügt. Dabei wird die Viskosität des Gemischs ständig kontrolliert. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die wäßrige Dispersion des
 35 Polymerisats auf 30 bis 90 Grad C, vorzugsweise auf 40 bis 70 Grad C erwärmt, um die Viskosität während des Mischvorgangs möglichst niedrig zu halten. Anschließend wird die Viskosität der Polymerdispersion und einer durch Verdünnen mit Wasser hergestellten 1%-igen Lösung [bezogen auf das Polymerisat A)] bestimmt.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

40 Die erfindungsgemäßen wäßrigen Polymerdispersionen zeichnen sich gemessen an der Polymerkonzentration und dem mittleren Molekulargewicht M_w des Polymerisats, bestehend aus Monomerbausteinen gemäß Gemisch A), durch eine überraschend niedrige Viskosität aus im Vergleich zu Polymerdispersionen bestehend aus einem Polymerisat ohne hydrophobe Monomerbausteine a2). Durch Einbau von amphiphilen Monomerbausteinen a3)
 45 kann die Viskosität der wäßrigen Polymerdispersion weiter verringert werden. Dies verbessert die Handhabbarkeit von wäßrigen Polymerdispersionen mit hohem Polymerisatanteil (und damit hohem Wirkstoffanteil) außerordentlich. Durch den Zusatz des polymeren Dispergiemittels D) in wäßriger Lösung (2. Stufe) wird die Viskosität nochmals deutlich erniedrigt, wodurch noch höhere Anteile an Polymerisat A) in den erfindungsgemäßen Dispersionen und damit noch höhere Wirkstoffgehalte möglich werden. Bei Verdünnen der wäßrigen
 50 Polymerdispersion mit Wasser steigt die aktuelle Viskosität auf ein sehr hohes Maximum, wobei das System klar wird. Hierbei wird die verdickende Wirkung des dispergierten Polymerisats deutlich. Dabei sind die Viskositäten der wäßrigen Polymerisatlösungen bei 1% Polymerisatgehalt auf einem hohen Niveau, wobei das bevorzugt eingesetzte Dispergiemittel D) Poly-DADMAC gleichzeitig als Wirkstoff, d. h. als Störstofffänger für Kreislaufwasser und zur Unterstützung der Flockenbildung beispielsweise bei der Klärschlammkoagulation, fungiert. Ein
 55 weiters vorteilhaftes Merkmal der erfindungsgemäßen wäßrigen Polymerdispersionen ist die hohe Scher- und Standstabilität. So bleibt die hohe Viskosität einer wäßrigen Lösung mit 1% Polymerisatgehalt auch nach längerem Rühren weitgehend konstant.

Die Abwesenheit von organischen Lösungsmitteln gewährleistet eine sichere Handhabung (keine Entflammbarkeit) und eine ökologisch unbedenkliche Verwendung der erfindungsgemäßen Polymerdispersionen als
 60 Verdickungsmittel, Flockungshilfsmittel für elektrisch geladene Schwebeteilchen, als Retentionsmittel für die Papierherstellung und/oder als Bodenverbesserungsmittel. In isolierter oder wasserarmer Form kann das erfindungsgemäße Polymerisat als Entwässerungsmittel beispielsweise im Hygienebereich verwendet werden.

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung erläutern. Die physikalischen Daten wurden anhand folgender Normen bestimmt:

65 Dynamische Viskosität η [mPa·s] nach DIN 53018/53019.

Molekulargewicht M_w : per Gelpermeationschromatographie (Standard: Poly(2-Trimethyl-ammoniummethacrylatchlorid))

Stammbergwert STB II(S): Bestimmung des zeitlichen Verlaufs des Trübungswerts bei Flockungsmittelhalti-

gen Lösungen nach dem Flockungsvorgang gemäß firmeninterner Vorschrift.

Beispiele

Vergleichsbeispiel

5

Herstellung der wäßrigen Dispersion des Polymerisats A) ohne Zusatz der wäßrigen Dispersion des Dispergiermittels D) in zweiter Stufe

685 g einer 35-%igen wäßrigen Poly-DADMAC-Lösung ($M_w = 3,18 \times 10^5$ Dalton), 180 g Acrylamid, 250 g einer 80-%igen wäßrigen 2-Trimethylammoniummethacrylatchlorid-Lösung, 20 g Butylacrylat und 865 g Wasser werden in einem Reaktionsgefäß mit N_2 entgast und unter Rühren auf 50 Grad C erwärmt. 10

Anschließend werden 0,04 g 2,2'-Azobis[2-(2-imidazolin-2-yl)propan] (AIP) hinzugefügt. Nach 3 Stunden unter Rühren wird die Temperatur auf 75 Grad C erhöht und weitere 0,4 g AIP werden hinzugefügt. Die Polymerisation ist nach einer weiteren Stunde beendet. Die dynamische Viskosität der wäßrigen Polymerdispersion beträgt $\eta_1 = 60.000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$. Die dynamische Viskosität einer 1-%igen wäßrigen Lösung [bezogen auf das Polymerisat A)] beträgt $\eta_2 = 2.100 \text{ mPa} \cdot \text{s}$. Der STB II beträgt 7,4 s (entsprechend der Zeit für das Absinken eines Flockenbetts über eine bestimmte Wegstrecke). Das mittlere Molekulargewicht M_w des Polymerisats beträgt $M_w > 10^6$ Dalton. 15

Beispiel 1

20

1 000 g der im Vergleichsbeispiel beschriebenen wäßrigen Dispersion des Polymerisats A) werden im Trockenschrank auf 50 Grad C erwärmt. Danach werden mittels eines Propellerrührers (mit 200 Umdrehungen/min) innerhalb von 5 min 111,1 g einer 40-%igen, wäßrigen Poly-DADMAC-Lösung I (M_w des Poly-DADMAC: $3,18 \times 10^5$ Dalton) zugemischt. 25

Es resultieren folgende Werte:

$$\eta_1 = 31.600 \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

$$\eta_2 = 1.920 \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

$$\text{STB II} = 8,2 \text{ s}$$

30

Dieser Lösung werden unter den selben Bedingungen innerhalb von 5 min weitere 222,2 g der 40-%igen, wäßrigen Poly-DADMAC-Lösung I (M_w des Poly-DADMAC: $3,18 \times 10^5$ Dalton) zugemischt.

Es resultieren folgende Werte:

35

$$\eta_1 = 15.300 \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

$$\eta_2 = 1.320 \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

$$\text{STB II} = 7,5 \text{ s}$$

Beispiel 2

40

1000 g der im Vergleichsbeispiel beschriebenen wäßrigen Dispersion des Polymerisats A) werden im Trockenschrank auf 50 Grad C erwärmt. Danach werden mittels eines Propellerrührers (mit 200 Umdrehungen/min) innerhalb von 5 min 111,1 g einer 35-%igen, wäßrigen Poly-DADMAC-Lösung II (M_w des Poly-DADMAC: $1,05 \times 10^5$ Dalton) zugemischt. 45

Es resultieren folgende Werte:

$$\eta_1 = 28.700 \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

$$\eta_2 = 1.850 \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

$$\text{STB II} = 7,2 \text{ s}$$

50

Dieser Lösung werden unter den selben Bedingungen innerhalb von 5 min weitere 222,2 g der 25-%igen, wäßrigen Poly-DADMAC-Lösung II (M_w des Poly-DADMAC: $1,05 \times 10^5$ Dalton) zugemischt.

Es resultieren folgende Werte:

55

$$\eta_1 = 7.800 \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

$$\eta_2 = 1.280 \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

$$\text{STB II} = 8,4 \text{ s}$$

60

Beispiel 3

Herstellung der wäßrigen Dispersion des Polymerisats A)

391,4 g einer 35-%igen wäßrigen Poly-DADMAC-Lösung ($M_w = 3,18 \times 10^5$ Dalton), 90 g Acrylamid, 125 g einer 80-%igen wäßrigen 2-Trimethylammoniummethacrylatchlorid-Lösung, 10 g Butylacrylat und 385,6 g Wasser werden in einem Reaktionsgefäß mit N_2 entgast und unter Rühren auf 53 Grad C erwärmt. Anschließend werden 0,02 g AIP in 0,18 g Wasser hinzugefügt. Nach 3 Stunden unter Rühren wird die Temperatur auf 65 Grad 65

C erhöht und weitere 0,2 g AIP in 1,8 g Wasser hinzugefügt. Die Polymerisation ist nach einer weiteren Stunde beendet.

Es resultieren folgende Werte:

- 5 $\eta_1 = 261\,000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$
 $\eta_2 = 2\,590 \text{ mPa} \cdot \text{s}$
 $\eta_2 = 2\,400 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ (nach 10 min Rühren in abgekühltem Zustand)
 STB II = 10,2 s
 STB II = 10,4 s (nach 10 min Rühren in abgekühltem Zustand)

10

Beispiel 4

- 15 1000 g der in Beispiel 3 beschriebenen wäßrigen Dispersion des Polymerisats A) werden im Trockenschrank auf 50 Grad C erwärmt. Danach werden mittels eines Propellerrührers (200 upm) innerhalb von 5 min 166,6 g einer 40-%igen, wäßrigen Poly-DADMAC-Lösung I (M_w des Poly-DADMAC: $3,18 \times 10^5$ Dalton) zugemischt.

Es resultieren folgende Werte:

- 20 $\eta_1 = 51\,900 \text{ mPa} \cdot \text{s}$
 $\eta_1 = 50\,800 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ (nach 10 min Rühren im kalten Zustand)
 $\eta_2 = 1\,800 \text{ mPa} \cdot \text{s}$
 $\eta_2 = 1\,770 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ (nach 10 min Rühren in kaltem Zustand)
 STB II = 11,1 s
 STB II = 11,5 s (nach 10 min Rühren in kaltem Zustand)

25

Beispiel 5

Vergleichsbeispiel

Zugabe der wäßrigen Dispergiermittel-Lösung D) vor der Polymerisation des Polymerisats A)

30

Zu 1 000 g der Monomerlösung gemäß Beispiel 3 werden 166,6 g einer 40-%igen, wäßrigen Poly-DADMAC-Lösung I (M_w des Poly-DADMAC: $3,18 \times 10^5$ Dalton) zugemischt und danach gemäß Beispiel 3 polymerisiert.

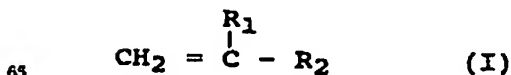
Es resultieren folgende Werte:

- 35 $\eta_1 = 227\,000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$
 $\eta_1 = 220\,000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ (nach 10 min Rühren in kaltem Zustand)
 $\eta_2 = 1\,440 \text{ mPa} \cdot \text{s}$
 $\eta_2 = 1\,390 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ (nach 10 min Rühren in kaltem Zustand)
 STB II = 12,4 s
 STB II = 14,5 s (nach 10 min Rühren in kaltem Zustand).

40

Patentansprüche

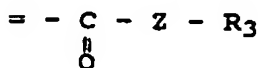
1. Verfahren zur Herstellung niedrigviskoser, wasserlöslicher Polymerdispersionen auf wäßriger Basis enthaltend ein Polymerisat A) aufgebaut aus den monomeren Bestandteilen
- 45 a1) 99 bis 70 Gew.-% mindestens eines wasserlöslichen Monomeren,
 a2) 1 bis 30 Gew.-% mindestens eines hydrophoben Monomeren, und gegebenenfalls
 a3) 0 bis 20 Gew.-% mindestens eines amphiphilen Monomeren,
 wobei sich die Monomerkomponenten a1), a2) und a3) jeweils zu 100 Gew.-% ergänzen und die Polymerisate A) ein mittleres Molekulargewicht M_w (Gewichtsmittel) von mindestens 5×10^5 Dalton aufweisen,
- 50 dadurch gekennzeichnet,
 daß in einer ersten Stufe das Polymerisat A) in wäßriger Dispersion in Gegenwart mindestens eines polymeren Dispergiermittels D) hergestellt wird und danach in einer zweiten Stufe mindestens ein polymeres Dispergiermittel D) ebenfalls in wäßriger Lösung zugefügt wird.
2. Verfahren zur Herstellung niedrigviskoser, wasserlöslicher Polymerdispersionen auf wäßriger Basis gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Dispergiermittel D) ein Polyelektrolyt mit einem
- 55 Molekulargewicht M_w von weniger als 5×10^5 Dalton ist.
3. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der wasserlöslichen Monomeren a1) mindestens eine ionische Gruppe aufweist.
4. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das hydrophobe Monomere a2) eine Verbindung der Formel I ist:
- 60



wobei R_1 = Wasserstoff oder Alkyl mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen und

R_2 = Alkyl mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen, Cycloalkyl mit 5 bis 12 Kohlenstoffatomen, Aryl mit 6 bis 12

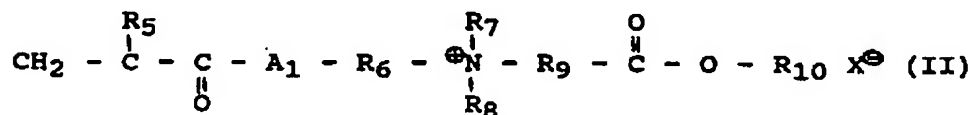
Kohlenstoffatomen, oder



5

mit R_3 = Alkyl mit 2 bis 8 Kohlenstoffatomen, Cycloalkyl mit 5 bis 12 Kohlenstoffatomen oder Aryl mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen und $\text{Z} = \text{O}, \text{NH}$ oder NR_3 sind.

5. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das amphiphile Monomere a3) eine Verbindung der Formel II ist:



15

wobei $\text{A}_1 = \text{O}, \text{NH}, \text{NR}_4$ = Alkyl mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen

20

R_3 = Wasserstoff oder Methyl

R_6 = Alkyl mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen,

R_7 und R_8 = unabhängig voneinander Alkyl mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen

R_9 = Alkyl mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen

R_{10} = Alkyl, Aryl und/oder Aralkyl mit 8 bis 32 Kohlenstoffatomen und

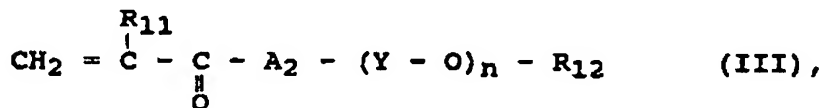
25

X = Halogen, Pseudohalogen, Acetat oder SO_4CH_3

sind.

6. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das amphiphile Monomere eine Verbindung der Formel III ist:

30



35

wobei $\text{A}_2 = \text{O}, \text{NH}, \text{NR}_{13}$ mit R_{13} = Alkyl mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen

R_{11} = Wasserstoff oder Methyl

R_{12} = Alkylrest, Arylrest und/oder Aralkylrest mit 8 bis 32 Kohlenstoffatomen

Y = Alkyl mit 2 bis 6 Kohlenstoffatomen und

40

n = eine ganze Zahl zwischen 1 und 50

sind.

7. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 und 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Dispergiermittel D) ein Polyalkylenether ist, wobei die Alkylengruppe 2 bis 6 Kohlenstoffatome aufweisen.

8. Verwendung der mittels der Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 7 hergestellten Polymerdispersionen

45

als Flockungsmittel für elektrisch geladene Schwebeteilchen, als Retentionsmittel für die Papierherstellung, als Verdickungsmittel, als Entwässerungsmittel und/oder als Bodenverbesserungsmittel.

50

55

60

65

- Leerseite -